

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
5 juillet 2001 (05.07.2001)

PCT

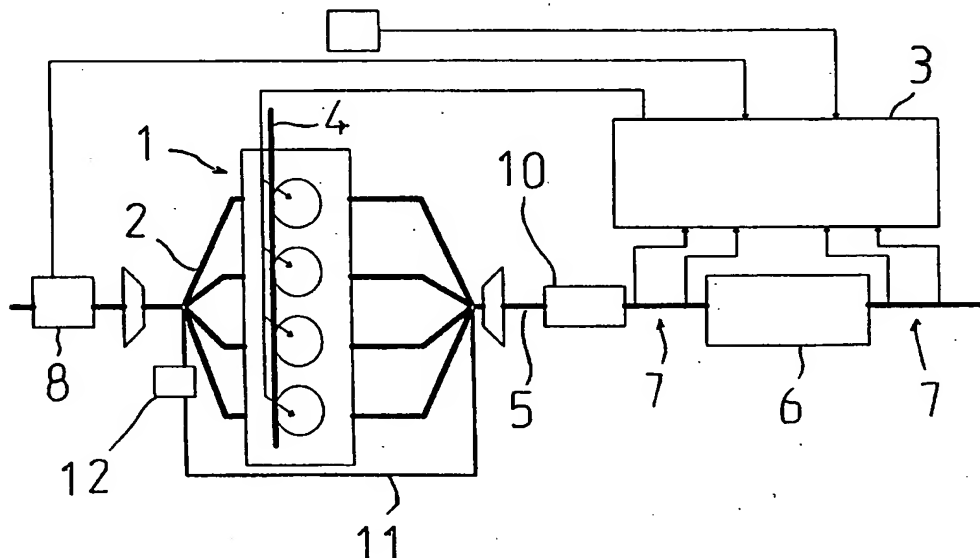
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 01/48358 A2**

- (51) Classification internationale des brevets?: F01N (72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement):  
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/03665 CHAUMEAUX, Romuald [FR/FR]; 42, route Nationale,  
F-91510 Lardy (FR). HEKIMIAN, Georges [FR/FR]; 77,  
rue P.V. Couturier, F-92300 Levallois (FR). LEPRIEUR,  
Laurent [FR/FR]; Résidence Ilot des Cours, Bâtiment  
A, 8, allée Clément Faller, F-91400 Orsay (FR).  
MEURISSE, Olivier [FR/FR]; Résidence Jessica,  
Bâtiment C, 21, rue des Iris, F-92160 Antony (FR).  
(22) Date de dépôt international: 22 décembre 2000 (22.12.2000)  
(25) Langue de dépôt: français  
(26) Langue de publication: français  
(30) Données relatives à la priorité: 99/16349 23 décembre 1999 (23.12.1999) FR  
(74) Mandataire: ROUGEMONT, Bernard; Renault, Sce  
0267 - TCR AVA 0 56, 1, avenue du Golf, F-78288  
Guyancourt (FR).  
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): RE- (81) États désignés (national): BR, JP, KR, MX, US.  
NAULT [FR/FR]; 13/15 quai Alphonse Le Gallo, F-92100  
Boulogne Billancourt (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING THE OPERATION CONDITIONS OF A PARTICULATE FILTER FOR COMBUSTION ENGINE

(54) Titre: PROCEDE DE GESTION DU FONCTIONNEMENT D'UN FILTRE A PARTICULES POUR MOTEUR A COMBUSTION



(57) Abstract: The invention concerns a method for controlling a particulate filter (6) provided on an internal combustion engine exhaust line (1), which consists in triggering the actuation of means assisting the filter (6) regeneration in accordance with predetermined criteria, for example when the filter (6) particles are loaded beyond a threshold value. The invention is characterised in that the parameters of the operating conditions of said regeneration-assisting means, such as duration or intensity, are adjusted in accordance with the development of the filter regenerating process.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/48358 A2



(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

— Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.

---

(57) Abrégé: Procédé de gestion d'un filtre à particules (6) équipant la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne (1), par lequel on déclenche la mise en action de moyens d'aide à la régénération du filtre (6) selon des critères prédéterminés, par exemple dès que le chargement en particules du filtre (6) excède une valeur de seuil, caractérisé en ce que les paramètres de fonctionnement desdits moyens d'aide à la régénération, tels que la durée ou l'intensité, sont ajustés selon le déroulement de la régénération du filtre.

PROCEDE DE GESTION DU FONCTIONNEMENT D'UN FILTRE A  
PARTICULES POUR MOTEUR A COMBUSTION

La présente invention concerne un procédé de gestion  
5 du fonctionnement d'un système d'échappement de moteur à  
combustion du type comportant un filtre à particules et des  
moyens pilotés d'aide à la régénération du filtre.

Les normes concernant la pollution et la consommation  
10 des moteurs à combustion interne équipant notamment les  
véhicules automobiles ou routiers, se sévèrent chaque jour  
davantage dans l'ensemble des pays industrialisés.  
L'industrie automobile est donc aujourd'hui occupée à trouver  
des solutions techniques pour répondre à ces obligations et  
15 ce, sans trop pénaliser ni les performances des moteurs ni  
leur prix de revient.

Parmi les systèmes connus pour éliminer les  
particules de suie émises par les moteurs à combustion  
20 interne et en particulier les moteurs diesels, on peut citer  
les filtres à particules insérés dans les lignes  
d'échappement des moteurs. Ces filtres sont adaptés pour  
piéger les particules de suie contenues dans les gaz  
d'échappement. Des dispositifs de régénération pilotés  
25 permettent de brûler périodiquement les particules piégées  
dans les filtres et éviter le colmatage de ces derniers.

En effet, les particules de suie brûlent à des  
températures de l'ordre de 550 à 600°C. De tels niveaux  
30 thermiques ne sont que rarement atteints par les gaz  
d'échappement d'un moteur diesel automobile puisque par  
exemple en ville la température des gaz d'échappement évolue  
entre 150 et 250°. D'où la nécessité de disposer de moyens  
appropriés pour élever la température des gaz lorsque l'on  
35 souhaite régénérer un tel filtre à particules.

Différents systèmes ont été proposés. Des systèmes de  
chauffage par résistance électrique, notamment des grilles

chauffantes, permettent de porter la température des gaz d'échappement à une valeur suffisante pour provoquer la combustion des particules dans le filtre.

5 D'autres systèmes proposent d'augmenter la température des gaz d'échappement par injection d'une quantité supplémentaire de carburant dans au moins une des chambres de combustion sous la forme d'une post-injection. C'est-à-dire, qu'après avoir injecté la quantité de carburant  
10 nécessaire au fonctionnement classique du moteur, une quantité supplémentaire de carburant est injectée dans un second temps. Une partie de cette quantité de carburant additionnelle s'enflamme en produisant une augmentation de la température des gaz d'échappement, le reste de cette quantité  
15 est transformé en produits d'oxydations partielles comme le monoxyde de carbone CO et les hydrocarbures HC.

Ce monoxyde et ces hydrocarbures peuvent également participer à l'augmentation des gaz d'échappement en  
20 réagissant par des réactions exothermiques avant leur arrivée dans le filtre à particules. Les réactions exothermiques sont obtenues lors de la traversée d'un catalyseur d'oxydation disposé en amont du filtre à particules.

25 Par ailleurs, pour minimiser la dépense énergétique nécessaire à la combustion des particules de suie, il est également connu d'abaisser cette température de combustion des suies en utilisant des catalyseurs appropriés. Ainsi, il est connu d'ajouter dans le carburant un additif tel qu'un  
30 composé organo-métallique. Cet additif mélangé au carburant se retrouve dans les particules de suie ce qui lui permet de jouer un rôle catalytique lors de la combustion des particules de suie et d'abaisser les températures d'inflammation de ces dernières.

35

La mise en action de ces différents systèmes d'aide à la régénération est pilotée par un système électronique de commande qui détermine en fonction d'un certain nombre de

paramètres et notamment le chargement du filtre à particules, l'instant de la régénération.

Ainsi le document, FR2774421 divulgue un tel système  
5 de gestion du fonctionnement d'un filtre à particules associé à un moteur diesel notamment de véhicule automobile, et décrit comment la mise en action des moyens d'aide à la régénération est déclenchée dès lors que la masse de suie dans le filtre est supérieure à une valeur de seuil, cette  
10 masse de suie étant déterminée à partir de la mesure de la perte de charge aux bornes du filtre à particules et des conditions de fonctionnement du moteur.

La connaissance de la masse de suie piégée est, en  
15 effet, une donnée essentielle pour la commande des moyens d'aide à la régénération. Lorsque le niveau des suies est trop faible, il est très difficile de les faire brûler et lorsque cette masse est trop importante, la combustion fortement exothermique des suies risquerait de détruire le  
20 filtre.

Selon les documents de l'art antérieur connu, la stratégie de mise en action des moyens d'aide à la régénération, sitôt le seuil de chargement atteint, est  
25 relativement simple. Elle consiste essentiellement à maintenir ces moyens activés pendant une période de temps calibrée ou encore à maintenir les moyens activés tant que le chargement n'est pas repassé en dessous d'une seconde valeur de seuil donnée.

30

Or la mise en action des moyens de régénération entraîne une surconsommation relativement importante de carburant, il convient donc d'ajuster au strict minimum cette mise en action. En effet, il est apparu à la Demanderesse que  
35 lorsque les suies commencent à brûler, il n'est généralement plus nécessaire de continuer à chauffer les gaz d'échappement, la chaleur dégagée par la combustion auto-alimentant cette dernière.

L'objet de la présente invention consiste donc à minimiser la durée de mise en action des moyens d'aide à la régénération de façon à limiter leur impact sur la consommation de carburant et ce, grâce à une stratégie simple à mettre en oeuvre.

Le procédé de gestion selon l'invention concerne donc un filtre à particules équipant la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne, ce procédé consiste notamment à déclencher la mise en action de moyens d'aide à la régénération du filtre selon des critères prédéterminés, par exemple dès que le chargement en particules du filtre (6) excède une valeur de seuil.

15

Selon l'invention, le procédé est caractérisé en ce que les paramètres de fonctionnement des moyens d'aide à la régénération, tels que la durée ou l'intensité, sont ajustés selon le déroulement de la régénération du filtre.

20

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, la régénération du filtre est obtenue par combustion des particules et en ce que les moyens d'aide à la régénération sont arrêtés dès que la combustion des particules est initiée.

25

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, l'initiation de la combustion est déterminée à partir de l'estimation ou la mesure de l'énergie dégagée par le filtre.

30

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, l'initiation de la combustion est déterminée à partir d'une estimation de la température des gaz en sortie du filtre en faisant l'hypothèse qu'il n'y pas de combustion dans le filtre et en comparant cette température estimée à la température réelle mesurée.

35

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, après avoir arrêté les moyens d'aide à la régénération, on surveille le déroulement de la combustion de façon à éventuellement réactiver la combustion des particules si cette combustion venait à s'éteindre prématurément.

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, l'extinction de la combustion est déduite du niveau d'énergie dégagée par le filtre, ce niveau d'énergie étant mesuré ou estimé.

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, l'extinction est déterminée à partir d'une estimation de la température des gaz en sortie du filtre en faisant l'hypothèse qu'il n'y pas de combustion dans le filtre et en comparant cette température estimée à la température réelle mesurée.

Selon une autre caractéristique du procédé de gestion objet de l'invention, la surveillance n'est opérée que pendant un laps de temps prédéterminé après l'initiation de la combustion.

On comprendra mieux les buts, aspects et avantages de la présente invention, d'après la description présentée ci-après d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un moteur à combustion interne équipé d'un filtre à particules, mettant en oeuvre le procédé selon l'invention ;

- la figure 2 est un organigramme précisant les différentes étapes possibles du procédé selon l'invention.

En se reportant sur la figure 1, où seuls les éléments nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés, on voit la structure générale d'un moteur à combustion interne, référencé 1, destiné à équiper par exemple un véhicule tel qu'une automobile. Ce moteur est dans l'exemple illustré un moteur diesel suralimenté par turbocompresseur à quatre cylindres en ligne et injection directe de carburant. La ligne d'échappement 5 de ce moteur est équipé d'un système d'échappement muni d'un dispositif de filtration des particules de suie émises.

De façon classique, le moteur 1 est alimenté en air à travers un circuit d'admission 2. Des capteurs appropriés et notamment un débitmètre 8, équipent ce circuit d'admission pour fournir à un calculateur de contrôle moteur 3 des informations concernant la pression, la température ou encore le débit de l'air d'admission alimentant le moteur.

L'injection du carburant dans les cylindres est assurée par des injecteurs électromagnétiques non figurés débouchant dans les chambres de combustion et pilotés par le calculateur de contrôle moteur 3 à partir d'un circuit de carburant sous pression 4 de type common rail encore appelé système d'alimentation haute pression à rampe commune.

En sortie du moteur 1, les gaz d'échappement évacués dans la ligne 5 traversent un filtre à particules 6. Différents capteurs 7, tels que des capteurs de pression et de température, placés en amont et en aval du filtre, fournissent au calculateur de contrôle moteur 3 des informations correspondantes. Il est par ailleurs, possible d'équiper la ligne d'échappement d'un pot catalytique d'oxydation 10 traitant les émissions d'HC et de CO.

Une partie des gaz d'échappement sont recyclés à l'admission au moyen d'un circuit EGR 11 de conception classique comportant une vanne 12 dont l'ouverture est pilotée par le calculateur moteur 3. Ce calculateur de



contrôle moteur 3 se compose de manière classique d'un microprocesseur ou unité centrale CPU, de mémoires vives RAM, de mémoires mortes ROM, de convertisseurs analogiques-numériques A/D, et différentes interfaces d'entrées et de  
5 sorties.

Le microprocesseur du calculateur d'injection 3 comporte des circuits électroniques et des logiciels appropriés pour traiter les signaux en provenance des  
10 différents capteurs, en déduire les états du moteur et générer les signaux de commande appropriés à destination notamment des différents actuateurs pilotés.

Le calculateur 3 commande donc la pression du  
15 carburant dans la rampe et l'ouverture des injecteurs et ce, à partir des informations délivrées par les différents capteurs et en particulier de la masse d'air admise, du régime moteur ainsi que de formules et de calibrations mémorisées permettant d'atteindre les niveaux de consommation  
20 et de performances souhaitées. L'ouverture des injecteurs est plus particulièrement définie par l'instant de début d'injection et la durée d'ouverture des injecteurs, durée qui correspond pour une pression d'alimentation donnée à une quantité de carburant injectée et donc à une richesse du  
25 mélange remplissant les chambres de combustion.

Le calculateur 3 est également adapté pour assurer la gestion du fonctionnement du système d'échappement et notamment du filtre à particules 6. En particulier, et selon  
30 le procédé décrit ci-après, le calculateur 3 déduit à partir des informations fournies notamment par les capteurs de pression 7, le niveau de remplissage du filtre. Le calculateur 3 déclenche ensuite, en fonction de la valeur du chargement en suie du filtre, une phase de régénération  
35 conformément à des stratégies adaptées.

Cette phase de régénération consiste essentiellement à augmenter la température des gaz d'échappement traversant

le filtre 6 de façon à enflammer les particules piégées. Cette augmentation de la température est initiée par la mise en action de moyens d'aide à la régénération appropriés, ci-après appelés de façon générique moyens de chauffage.

5

Différents moyens de chauffage peuvent être employés, on peut par exemple citer des résistances chauffantes électriques disposées dans le flux des gaz d'échappement, ou encore, une élévation de la température des gaz d'échappements par postcombustion. Cette élévation de la température des gaz d'échappement par postcombustion peut être réalisée par simple commande des injecteurs par exemple en injectant en phase détente une quantité additionnelle de carburant et ce, pendant un nombre donné de cycles moteur.

15

Bien évidemment tout autre système de régénération du filtre, fonctionnant non pas indirectement par chauffage des gaz d'échappement mais directement par chauffage du filtre ou encore par des suies (point(s) chaud(s) par bougie(s)...) peut être mis en oeuvre.

20

Le calculateur 3 est également adapté pour mettre en oeuvre un contrôle du déclenchement et du déroulement de la régénération du filtre et un contrôle du fonctionnement et de l'intégrité du filtre intégrant notamment une alerte du conducteur en cas de dysfonctionnement.

25

Le procédé de gestion du fonctionnement du filtre à particules selon l'invention consiste donc à optimiser la durée de mise en action des moyens de chauffage pour limiter au maximum leur impact sur la consommation en carburant du véhicule.

30

En se reportant à la figure 2 on comprendra mieux la stratégie mise en oeuvre.

35

Le principe de la stratégie est le suivant. Dès lors que la phase de régénération du filtre a été commandée, suite

par exemple au franchissement du seuil en chargement, les moyens de chauffage sont activés jusqu'à l'initiation de la combustion des suies dans le filtre. Sitôt l'initiation de la combustion détectée, les moyens de chauffage sont arrêtés.

5

En effet, la combustion des suies étant exothermique, elle s'auto-entretient tant qu'il reste une quantité suffisante de suies à brûler. De ce fait, une fois que la combustion est lancée il n'est généralement plus nécessaire  
10 de chauffer les gaz d'échappement ou le filtre.

Le déroulement de la combustion après son initiation est néanmoins contrôlé pour suivre son évolution et réagir en conséquence. En effet, soit la combustion atteint un niveau  
15 suffisant, notamment en terme de dégagement d'énergie, et il est alors certain qu'elle se poursuivra de façon autonome jusqu'à la combustion totale des suies. Soit la combustion s'arrête prématurément du fait notamment des conditions de fonctionnement moteur, elle peut par exemple être soufflée  
20 par une bouffée trop importante d'air frais lors d'une phase de décélération. Dans ce dernier cas et en particulier si la combustion s'est éteinte juste après avoir été initiée, les moyens de mise en action sont alors réactivés jusqu'à ré-initier la combustion selon le processus décrit ci-dessus.

25

La caractérisation de l'initiation de la combustion peut se faire de différentes manières et en particulier par simple analyse de la température des gaz à la sortie du filtre. Ce critère peut toutefois s'avérer insuffisant dans  
30 certaines conditions.

La Demanderesse a donc développé différents critères permettant une détection fiable de l'initiation de la combustion.

35

Ces critères sont choisis de façon à être représentatifs du niveau d'énergie libérée par la combustion des suies. En effet, selon la Demanderesse, il y a combustion

si et seulement si, il y a dégagement d'énergie et il y a dégagement d'énergie dès lors que la température estimée par calcul des gaz en sortie de filtre, notée Taval\_est, en faisant l'hypothèse qu'il n'y pas de combustion dans le  
5 filtre, se trouve inférieure à la température réelle mesurée en sortie du filtre, notée Taval\_mes. Si les gaz sont plus chauds que ce qu'ils devraient être en l'absence de combustion, c'est qu'il y a eu apport de chaleur, apport de chaleur qui ne peut provenir que de la combustion des suies.

10

Deux critères ont plus particulièrement été étudiées, soit directement l'écart entre la température estimée Taval\_est et la température mesurée Taval\_mes, soit encore la puissance dissipée par la combustion P.

15

Cette puissance P dissipée par la combustion, est déduite des valeurs de Taval\_mes et Taval\_est par la formule :

20

$$P = Q_m \times C_p \times (T_{\text{aval\_mes}} - T_{\text{aval\_est}})$$

avec :

- $Q_m$  débit massique des gaz d'échappement, le débit massique des gaz traversant le filtre peut être donné par la formule :

25

$$Q_m = Q_{\text{air}} + (Q_c \times N \times M_{\text{vc}})$$

avec

$Q_{\text{air}}$  : masse d'air entrant dans le moteur (déterminée par un débitmètre ou par un estimateur à partir de la température et de la pression admission) ;

30

$Q_c$  : masse de carburant injectée par tour moteur ;

$N$  régime de rotation moteur ;

$M_{\text{vc}}$  masse volumique du carburant ;

35

- $C_p$  capacité calorifique des gaz d'échappement, sa valeur est déterminée expérimentalement et mémorisé dans le calculateur de contrôle moteur.

Bien évidemment, la présente invention n'est pas limitée à l'utilisation de l'un et/ou l'autre de ces deux seuls critères.

5           Sitôt donc, le seuil de chargement atteint, seuil calibré pouvant dépendre de différents paramètres et notamment du point de fonctionnement moteur, on déclenche la phase de régénération et donc la mise en action des moyens de chauffage. Parallèlement, on opère le calcul de la grandeur  
10 Taval\_est représentative de la température en sortie du filtre à particules en l'absence de combustion dans le filtre.

Cette valeur Taval\_est est obtenue par un modèle de  
15 transfert de chaleur qui suppose donc aucun apport de chaleur dû à la combustion lors de la traversée du filtre. Parmi les différents modèles possibles, on peut notamment utiliser le modèle suivant basé sur la conservation de l'énergie :

20    $[E_{\text{gaz\_amont}}] = [E_{\text{filtre}}] + [E_{\text{pertes}}] + [E_{\text{gaz\_aval}}]$

L'énergie des gaz en entrée de filtre est répartie entre le filtre, les pertes par convection du filtre vers l'extérieur et l'énergie des gaz en sortie.

25

D'où la formule de récurrence suivante :

( $Q_m \times C_p \times T_{\text{amont\_mes\_i}}$ ) =  
                  ( $M_{\text{fap}} \times C_{\text{pfap}} \times (T_{\text{fap\_i}} - T_{\text{fap\_i-1}})$ )  
30               + ( $h \times S \times (T_{\text{fap\_i}} - T_{\text{ext}})$ )  
                  + ( $Q_m \times C_p \times T_{\text{aval\_est\_i}}$ )

avec :

Tamont\_mes\_i température mesurée en entrée filtre à l'instant i;

35           Mfap masse du filtre (valeur calibrée) ;

Cpfap capacité calorifique du filtre, sa valeur est déterminée expérimentalement et mémorisé dans le calculateur de contrôle moteur ;

-12-

Tfap<sub>i</sub> température du filtre (supposée uniforme à l'instant i, pour simplifier Tfap<sub>i</sub> est pris égale à Taval<sub>est</sub><sub>i</sub> la température estimée à l'instant i ;

h coefficient de convection (précalibré dans une cartographie) ;

S surface d'échange du filtre ;

Text température extérieure ;

A l'instant initial Taval<sub>est</sub><sub>0</sub> est pris égale à Taval<sub>mes</sub><sub>0</sub>.

La valeur Taval<sub>mes</sub> étant ainsi déterminée à l'instant i, on l'utilise pour déterminer si l'initiation de la combustion s'est produite en utilisant l'un ou l'autre des tests suivants :

$(Taval_{mes} - Taval_{est}) > SAT1$

ou

$P > SP1$

SAT1 et SP1 étant des valeurs de seuil calibrées dont les dépassements permettent de conclure avec certitude à l'existence d'une réaction exothermique de combustion dans le filtre.

Tant que cette initiation n'est pas observée on maintient l'activation des moyens de chauffage.

Par mesure de précaution on dispose toutefois d'un premier compteur Cpt1 "durée de chauffage" qui comptabilise la durée totale de mise en action des moyens de chauffage avant que l'initiation de la combustion ne soit détectée. On surveille les valeurs prises par ce premier compteur de façon à limiter la durée de mise en oeuvre des moyens de chauffage.

-13-

En effet, si après un temps prédéterminé, la combustion n'est toujours pas initiée, c'est qu'il y a quelque part un dysfonctionnement et cela ne sert donc à rien de poursuivre l'activation des moyens de chauffage. Donc dès  
5 que le compteur Cpt1 excède une valeur de seuil S1, on arrête l'activation des moyens de chauffage et on adresse éventuellement un message d'erreur à destination par exemple du conducteur.

10 Dès que la combustion des suies est initiée (dépassement des seuils SAT1 ou SP1), on arrête donc l'activation des moyens de chauffage. Cet arrêt de la mise en oeuvre des moyens de chauffage est opéré soit instantanément  
15 sitôt les seuils SAT1 ou SP1 franchis, soit après une temporisation, en variante de réalisation, temporisation adaptée qui peut atteindre quelques secondes.

Une fois la combustion lancée, on la surveille pour s'assurer de son déroulement correct.

20

En effet, si dans la majorité des cas la combustion se déroule normalement jusqu'à brûler la totalité ou la quasi totalité des suies présentes dans le filtre, il existe toutefois des conditions de fonctionnement moteur et donc de  
25 débit et de température des gaz d'échappement qui peuvent conduire à éteindre de façon prématurée la combustion. Il est donc important de surveiller le déroulement de la combustion et éventuellement de réactiver les moyens de chauffage si la combustion venait à s'arrêter prématurément.

30

La Demanderesse a pu déterminer que si la combustion dépasse une durée prédéterminée, notée Taut, elle est alors devenue autonome et ne pourra plus être éteinte et ce, quelles que soient les conditions de fonctionnement du moteur  
35 et notamment quel que soit le débit et la température des gaz d'échappement.

Il suffit donc d'observer si la combustion se prolonge pendant une période  $T_{aut}$  suivant l'initiation de la combustion. Si la combustion des suies s'est effectivement prolongée, c'est que la combustion est définitivement lancée et ira à son terme. Si par contre la combustion s'est éteinte entre temps, il est alors possible de tenter de la faire repartir en relançant le processus de mise en action des moyens de chauffage.

10 Pour mettre en oeuvre cette stratégie, on utilise les critères précédents avec des deuxièmes valeurs de seuils éventuellement distinctes  $SAT2$  ou  $SP2$ . En effet, si la combustion des suies s'arrête ou ralentit, l'énergie dégagée décroît et donc le niveau des critères précitées décroît. Il  
15 suffit donc d'observer leur passage sous un seuil calibré ( $SAT2$  ou  $SP2$ ) pour caractériser l'arrêt de la combustion.

Donc dès lors que l'initiation de la combustion a été détectée et sitôt l'arrêt des moyens de chauffage, on  
20 contrôle le déroulement de la combustion en vérifiant que les critères  $P$  ou ( $T_{aval\_mes} - T_{aval\_est}$ ) sont bien supérieurs aux secondes valeurs de seuils  $SP2$  ou  $SAT2$  et ce, pendant une durée au moins égale à  $T_{aut}$ , durée contrôlée, par exemple au moyen d'un compteur  $Cpt2$  s'incrémentant jusqu'à un seuil  $S2$ .

25 Si effectivement les seuils  $SP2$  ou  $SAT2$  ne sont pas franchis à la baisse pendant la période  $T_{aut}$  suivant l'arrêt des moyens de chauffage on en déduit que la réaction est devenue autonome et se poursuivra jusqu'à la combustion  
30 totale des suies. Dans le cas contraire, lorsque l'énergie de la combustion décroît avant la fin de la période  $T_{aut}$ , on relance les moyens de chauffage selon la stratégie décrite ci-dessus ou éventuellement selon une stratégie adaptée utilisant par exemple un nouveau seuil  $S1'$  au lieu de  $S1$ .

35 Par mesure de précaution, on peut disposer par ailleurs d'un troisième compteur  $Cpt3$  "durée totale de régénération" qui comptabilise la durée totale de la



procédure de régénération. Les valeurs prises par ce compteur sont surveillées de façon à maintenir le processus de régénération à l'intérieur d'une fenêtre temporelle prédéterminée. En effet, si après un laps de temps adapté, la  
5 combustion n'a pu être conduite jusqu'à l'autonomie, c'est qu'il y a un dysfonctionnement et cela ne sert à rien de poursuivre l'activation des moyens de chauffage. Dès que le compteur Cpt3 excède une valeur de seuil S3, on arrête donc la phase de régénération et on adresse éventuellement un  
10 message d'erreur à destination par exemple du conducteur.

La relance des moyens de chauffage est opérée soit, instantanément sitôt les seuils SAT2 ou SP2 franchis à la baisse, soit, en variante de réalisation, après une  
15 temporisation. Cette temporisation permet d'assurer un certain rechargement en particules du filtre 6 favorable à la réinitialisation de la combustion. Bien évidemment, en cas de temporisation, on adapte en conséquence la valeur du seuil S3.

20 La stratégie de surveillance de la combustion précitée est opérée instantanément sitôt la détection de l'initiation de la combustion ou bien encore, en variante de réalisation, cette surveillance n'est opérée qu'après une  
25 temporisation adaptée de quelques secondes.

L'arrêt des moyens de chauffage sitôt l'initiation de la combustion détectée permet non seulement de limiter la dépense énergétique au juste nécessaire pour assurer la  
30 régénération du filtre, mais encore elle améliore la combustion des suies dans le filtre notamment lorsque les moyens de chauffage fonctionnent en utilisant des phénomènes de postcombustion d'hydrocarbures. L'arrêt de ces réactions de postcombustion permet en effet, d'augmenter la quantité  
35 d'oxygène présente dans les gaz d'échappement et donc de favoriser la combustion des suies en agissant comme un soufflet de forge.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et illustré qui n'a été donné qu'à titre d'exemple.

- 5        Au contraire, l'invention comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont effectuées suivant son esprit.

REVENDICATIONS

[1] Procédé de gestion d'un filtre à particules (6) équipant la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne (1), par lequel on déclenche la mise en action de moyens d'aide à la régénération du filtre (6) selon des critères prédéterminés, par exemple dès que le chargement en particules du filtre (6) excède une valeur de seuil, caractérisé en ce que les paramètres de fonctionnement desdits moyens d'aide à la régénération, tels que la durée ou l'intensité, sont ajustés selon le déroulement de la régénération du filtre.

[2] Procédé de gestion selon la revendication 1, caractérisé en ce que la régénération du filtre (6) est obtenue par combustion des particules et en ce que lesdits moyens d'aide à la régénération sont arrêtés dès que la combustion des particules est initiée.

[3] Procédé de gestion selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'initiation de la combustion est déterminée à partir de l'estimation ou la mesure de l'énergie dégagée par le filtre (6).

[4] Procédé de gestion selon l'une quelconque des revendications 2 à 3, caractérisé en ce que l'initiation de la combustion est déterminée à partir d'une estimation (Taval\_est) de la température des gaz en sortie du filtre (6) en faisant l'hypothèse qu'il n'y pas de combustion dans le filtre et en comparant cette température estimée à la température réelle mesurée (Taval\_mes).

[5] Procédé de gestion selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'initiation de la combustion est définie par la formule suivante :

$$Taval\_mes - Taval\_est > SAT1$$

où SAT1 est une valeur de seuil calibrée.

[6] Procédé de gestion selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'initiation de la combustion est définie par la formule suivante :

5  $(T_{\text{aval\_mes}} - T_{\text{aval\_est}}) \times C_p \times Q_m > SP1$

où  $Q_m$  est le débit massique des gaz d'échappement,  $C_p$  la capacité calorifique des gaz et  $SP1$  une valeur de seuil calibré.

10 [7] Procédé de gestion selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'après avoir arrêté lesdits moyens d'aide à la régénération, on surveille le déroulement de la combustion de façon à éventuellement réactiver la combustion des particules si cette combustion  
15 venait à s'éteindre prématurément.

[8] Procédé de gestion selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite extinction de la combustion est déduite du niveau d'énergie dégagée par le filtre (6), ce  
20 niveau d'énergie étant mesuré ou estimé.

[9] Procédé de gestion selon l'une quelconque des revendications 7 à 8, caractérisé en ce que ladite extinction est déterminée à partir d'une estimation ( $T_{\text{aval\_est}}$ ) de la  
25 température des gaz en sortie du filtre (6) en faisant l'hypothèse qu'il n'y pas de combustion dans le filtre et en comparant cette température estimée à la température réelle mesurée ( $T_{\text{aval\_mes}}$ )

30 [10] Procédé de gestion selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que ladite surveillance n'est opérée que pendant un laps de temps prédéterminée après l'initiation de la combustion.

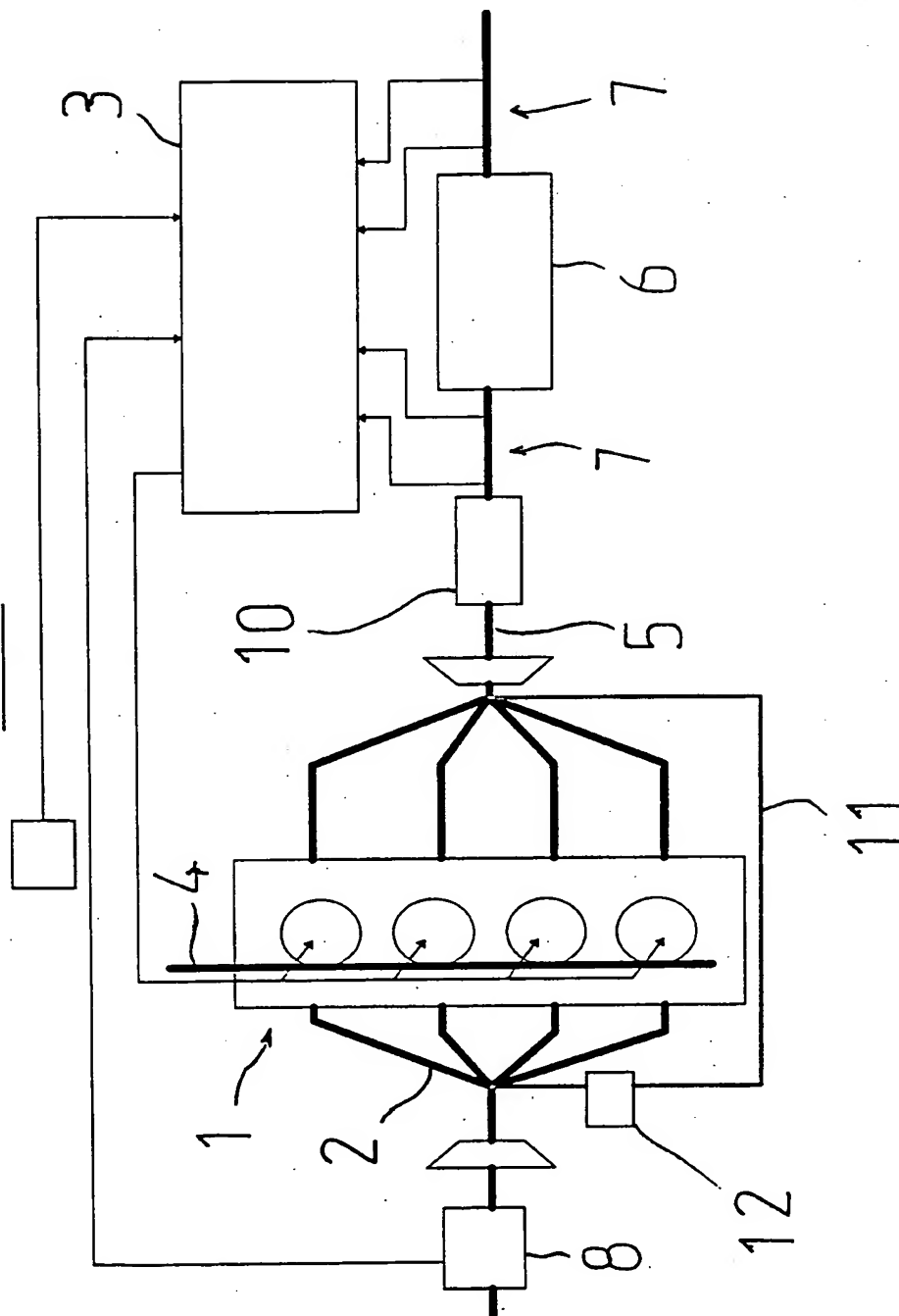
**FIG. 1**

FIG. 2

